ハイビジョン用 2/3 インチ MS(磁界集束・電界偏向) 型 HARPICON

正会員 江 上 典 文[†], 正会員 山 岸 敏 郎[†]
 正会員 岡 崎 三 郎[†], 正会員 谷 岡 健 吉[†]
 正会員 倉 重 光 宏[†], 正会員 奥 健太郎^{††}
 正会員 江 幡 茂^{†††}

2/3-inch MS(Magnetic-Focus Electrostatic-Deflection) HARPICON for Hi-Vision

Norifumi Egami[†], Toshio Yamagishi[†], Saburo Okazaki[†], Kenkichi Tanioka[†],
Mitsuhiro Kurashige[†], Kentaro Oku^{††} and Shigeru Ehata^{†††}

Abstract : This paper presents a high-sensitivity camera tube for Hi-Vision, formed by combining a new 2/3-inch MS system with the HARP (High-gain Avalanche Rushing amorphous Photoconductor) target. Numerical analysis of electron trajectories and experimental results leads to the following new fundamental design concepts. (1) Making the anode surface opposite the cathode in convex form reduces the power dissipation at the anode. (2) By applying a twist to the DEFLECTRON on the target side from its mid-point and by using a ring electrode of suitable length, the beam landing characteristics and the resolution in the picture corners can be improved. These concepts were successfully implemented in a new tube ten times as sensitive as Saticon tubes. The amplitude response is 29 % at 800 TV lines in the ITE AR chart. Resolution is uniform over the entire picture area, with no sacrifice in lag or shading.

1. ま え が き

これまで筆者らは、多彩な番組制作を可能とするハイビジョンハンディカメラを実現するため、層流型電子銃とMS型集束偏向部に、特に解像度の点で優れ

ているサチコン光導電膜を組み合わせた小型軽量で高解像度な撮像管の開発を行ってきた^{1)~3)}。

しかし、ハイビジョンでは高SN比で、しかも被写界深度の深い画像が要求される。高SN比を確保するには撮像管の信号電流を高めに設定せざるを得ず、一

キーワード：ハイビジョン、撮像管、HARP、電磁集束・電界偏向

1988年11月25日、テレビジョン学会技術報告、ED-88-68に発表

1989年12月6日受付、1990年6月4日再受付

[†] NHK放送技術研究所 (〒157 東京都世田谷区砧1-10-11, TEL. 03-5494-2252)

^{††} 株式会社日立製作所 茂原工場 (〒297 千葉県茂原市早野3300, TEL. 0475-23-1111)

^{†††} 株式会社日立製作所 電子管事業部 (〒100 東京都千代田区丸の内1-5-1, TEL. 03-212-1111)

[†] NHK Science and Technical Research Laboratories (1-10-11, Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157, Japan)

^{††} Mobara Works, Hitachi Ltd. (3300, Hayano, Mobara, Chiba 297, Japan)

^{†††} Electron Tube Division, Hitachi Ltd. (1-5-1, Marunouchi, Chiyoda, Tokyo 100, Japan)

方、被写界深度の深い画像を得るには光学レンズを絞って使う必要がある。サチコンでは、照明の条件等によっては、これらを同時に満たすことは困難であった。このため、光導電膜の大幅な高感度化が重要な課題となった。

1987年に筆者らは、サチコンの10倍の感度を実現できるHARPターゲットを見出し⁴⁾⁵⁾、ハイビジョン用撮像管を試作した。その結果、HARPターゲットが原理的に上記の要求に充分適することを示した⁶⁾。

HARPターゲットを用いると光学レンズを従来より絞り込むことができるため、光学系の焦点深度が深くなり、周辺解像度も改善される。この光学系での周辺解像度の改善を生かすため、従来より重要な課題となっていた撮像管の周辺解像度のより一層の向上が求められるようになった。またHARPターゲットは電圧-電流特性曲線の急峻な部分で動作させるので⁴⁾、電子ビーム（以下、ビームと略称）のランディング誤差を充分小さくする必要が生じた。さらにHARPターゲットは、ターゲットの結晶化を抑制する観点から高温での使用が望ましくないため⁷⁾、特に電子銃における熱発生をより抑えることが必要となった。

本論文は、これらの問題を解決するため、層流型電子銃の陽極での電子衝撃による熱発生を低減できる新陽極構造、および画面内一様性に優れたビーム特性を実現できる新形状のデフレクトロンを提案した後、測定実験および電子軌道の近似解析により、それらの設計条件を明らかにする。さらに、実用ハイビジョン用2/3インチMS型HARP撮像管(HARPICON)の開発を行い、従来にない高感度が得られたことを示す。

2. 層流型電子銃の陽極損失の低減

原理的な層流型電子銃は、図1(a)に示すように平板状の陰極と陽極より成る。陰極より放出された電子は層流をなして陽極に達し、その一部がビーム制限孔より取り出される。層流型電子銃はビーム温度が低く容量性残像をクロスオーバー型電子銃に比べ格段に低減できる長所を有する⁸⁾⁹⁾。反面、ビームを絞らないのでビーム電流の確保に難点があるほか、陰極より放出された電子の大部分が陽極に衝突することに起因して陽極で熱が発生する（以下、陽極損失と呼称）欠点を持つ。この熱によってターゲット部の温度は管単体で最大約3°C上昇することが測定実験によりわかった。

陽極損失を低減するには、陰極の電子放出面を小さくすればよい。しかし一般に、電子銃の組み立て精度の限度や加熱時の陰極の熱変形等により軸ずれが生じ

図1 層流型電子銃の模式的構造

Schematic cross-section of laminar-flow electron guns. (a) Conventional type, (b) new low-power type.

写真1 放電加工により試作した凸型陽極面
Experimental convex anode surface made by electrical discharge machining.

るため、陰極の電子放出面は必要最小限の大きさを確保しなければならない。

今回、陽極損失を低減するために、陽極に達する、ビームとして寄与しない電子を減らすことを試みた。

陰極と陽極が平行平板である場合、空間電荷制限状態での陽極に達する電子の電流密度は、陽極と陰極との距離の2乗に反比例する¹⁰⁾。層流型電子銃ではビーム制限孔付近や陰極の縁を除けば、陰極と陽極がほぼ平行平板とみなせるため、上述した陽極電流密度と陽極と陰極との距離 l の関係が近似的に成り立つ。

そこで、図1(b)に示すように陽極裏面を、ビーム制限孔の近傍(先端部)のみ残し、その周辺(底部)を陰極との距離が離れるように(距離: $l + l_a$)削り取った、凸型構造とした。従来の平板状陽極では均一であった陽極電流密度が、凸型構造では、先端部の陽極電流密度に比べ、ビームとして寄与しない電子による底部の陽極電流密度が減少すると考えられるため、陽極損失を低減することができる。

図 2 陽極損失の凸型先端面積依存性
Dependence of anode power dissipation on convex area S_a .

写真 1 に放電加工¹¹⁾により試作した凸型陽極面を示す。

図 2 は試作凸型陽極を用いた測定実験より求めた、凸部の高さ l_a を一定とした場合の陽極電力 P_a の凸型先端部面積 S_a 依存性である。 P_a は S_a を小にするほど減少する。これは S_a を小にするほど、陽極損失の少ない凸型底部の面積が増すためと考えられる。

図 3 には S_a を一定とした場合の P_a の l_a 依存性を示す。 P_a は l_a を大にするほど減少する。しかし、一定の l_a の増加に対する P_a の減少値は、 l_a が大になるほど小さくなる。これは l_a が大になるほど、凸型底部での陽極損失が陰極との距離 (凸型先端部と陰極との距離 l に l_a を加えた値) のほぼ 2 乗に反比例して減少するためと考えられる。

上記の測定結果より、 P_a を減らすには S_a を小さく、 l_a を大きくすればよい。しかし、陽極裏面を凸型にすると陰極との間に電子の集束作用を有する電子レンズが形成され、特に S_a を小さく、 l_a を大きくするほど、このレンズは強くなると推定される。

その結果、ビームの層流性が乱され、容量性残像を低減できる層流型電子銃の特長が損なわれる。

そこで、試作凸型陽極を用いた実験管で容量性残像を調べたが、従来の平板陽極を用いた実験管と差は見られず、試作した範囲内の凸型陽極では、陰極との間に形成される電子レンズの影響は無視でき、ビームの層流性は乱されていないと推定される。

図 3 陽極損失の凸型高さ依存性
Dependence of anode power dissipation on convex height l_a .

これらの測定実験より、陽極を凸型構造にすることで層流型電子銃の特長を損なうことなく、陽極損失を従来型の約 50 % (l_a が 70 μm 、 S_a が $1.54 \times 10^{-8} \text{m}^2$) に低減できることが明らかになった。

3. クイックツイスト型デフレクトロン

MS 型の集束偏向方式は、一様な集束偏向場を印加する理想条件下では、ビームの結像面の湾曲がなく、画面全体でビームをターゲットに垂直にランディングさせることができる原理的長所を持つ¹²⁾。

しかし、有限長のデフレクトロンや集束コイルを用いる実用条件下では、画面周辺部で解像度やビームのランディング特性等の劣化が生じる。

筆者らはこれまで、ハイビジョン用撮像管を開発する中で、MS 型集束偏向部の最適設計条件を検討してきた^{1)~3)}。しかし、従来の設計では HARP ターゲットに対して特性が不十分で、画面周辺部においてビームのランディング誤差を小さくする条件で偏向に伴う収差によるビームの広がりをより改善する必要が生じた。

デフレクトロンには当初、主として偏向感度の向上のため、図 4 (a) に示すように管軸に沿って均一なひねりを加えていた¹³⁾ (以下、Uniform Twist 方式: UT 方式と呼称)。

一方筆者らは、図 4 (b) に示すように、デフレクトロンの途中からひねりを加える方式 (以下、Quick Twist 方式: QT 方式と呼称) が、MS 型集束偏向部の低電力化に有効であることを示した¹⁴⁾。

今回、これをヒントに QT 方式とそれに適したリング電極 (メッシュ電極と一体になった円筒電極) の適

ターゲット側がN極のとき管の外側から見た場合

(a) UT 方式

(b) QT 方式

図 4 デフレクトロンの展開図

Unrolled DEFLECTRON. (a) UT (Uniform Twist) type, (b) QT (Quick Twist) type.

用が周辺ビーム特性の向上に有効かどうかを電子軌道の数値解析により検討した。

管内での電界は多重極場展開法¹⁵⁾を用い、磁界はソレノイドコイルの軸上磁界分布を18次の多項式で近似し、Maxwell方程式を満たすように管軸外に拡張して求めた¹⁶⁾。電子軌道は管軸上の発散角 0° （主軌道）の電子と発散角 1° で管軸の周りに 45° 間隔で出発させた8個の電子について計算した。ビームのランディング誤差は主軌道のターゲットへの入射角 θ_e で、偏向に伴う収差によるビームの広がり8個の電子のターゲット上での到達点を滑らかな曲線で結んで得られた偏向ビームスポットの最大径 D_d で定義し求めた。 θ_e および D_d は画面の対角方向で等しく、左右もほとんど同じ値となることがわかったため、有効走査領域の左下隅（モニタ上）の値で代表させた。

図5(a)に、筆者らの開発した従来のMS型集束偏向部に、ひねりの開始位置 N_p をデフレクトロンの管軸方向の中点、ひねり角 ω を 80° 、リング電極長 L_m を7mmとしたQT方式を適用した場合の電極配置および電子軌道の解析結果を示す。また図5(b)に、用いた軸上磁界分布および軸上電位分布の解析結果を示す。

(a) 電極配置および電子軌道

(ひねりの開始位置 N_p : 8ピッチ, ひねり角 ω : 80°
リング電極長 L_m : 7mmの場合の解析例)

(b) 軸上磁界分布および軸上電位分布

図 5 電極配置, 電子軌道および軸上磁界分布, 軸上電位分布

Configuration of electrodes, electron trajectories and axial electromagnetic field distributions.

図 6 最大ビームスポット径およびビームランディング誤差のひねりの開始位置依存性

Dependence of maximum beam-spot diameter D_d and beam-landing error θ_e on twist starting point N_p .

図6は解析より求めた、 ω および L_m を一定(ω を 90° , L_m を5mm)とした場合の D_d および θ_e の N_p 依存性である。 N_p は電子銃側のデフレクトロン端を起点とした、ひねりを加え始めるまでのデフレクトロンのピッチ数で定義した。 D_d および θ_e は、 N_p が10ピッチおよび8ピッチのとき、それぞれ最小となる。ひねりの開始位置をデフレクトロンの管軸方向の中点(N_p が8ピッチ)付近にすることで、UT方式(N_p が

図 7 最大ビームスポット径およびビームランディング誤差のひねりの角依存性

Dependence of maximum beam-spot diameter D_d and beam-landing error θ_e on twist angle ω .

0) に比べ、 D_d または θ_e をそれぞれ 1/3 程度に低減できることがわかる。

図 7 は、 N_p および L_m を一定 (N_p を 8 ピッチ、 L_m を 5 mm) とした場合の D_d および θ_e の ω 依存性を示す。 D_d は ω が 70° で、 θ_e は ω が 90° で、それぞれ最小となる。

図 8 には N_p および ω を一定 (N_p を 8 ピッチ、 ω を 70°, 80°, 90°) とした場合の D_d および θ_e の L_m 依存性を示す。 D_d は L_m が長くなるほど増加する。 θ_e は L_m の変化に対し最小値を有し、 ω が減少するほど θ_e が最小となる L_m 値は長くなる。

従来の UT 方式 (N_p が 0, ω が 90°, L_m が 5 mm) では D_d および θ_e はそれぞれ、15.4 μm 、6.33° であるが、QT 方式では N_p を 8 ピッチ、 ω を 80°, L_m を 7 mm にすると、 D_d を 10 μm 、 θ_e を 1° 以下に低減できることがわかった。

また、結像倍率、球面収差にもとづく最小錯乱円径、図形歪み、および水平偏向電圧を解析により求めた。

QT 方式と UT 方式では集束磁界分布がほぼ等しく、電極電圧の最大値 (メッシュ電圧 1 kV) が等しいため、結像倍率は L_m が長くなるに従ってわずかに増加する (L_m が 7 mm で 0.446) のみで、 ω の変化には依存せず、UT 方式での値 (0.440) とほぼ同等であった。最小錯乱円径も QT 方式 (L_m が 7 mm で 0.00416 $\mu\text{m}/\text{deg}^3$) と UT 方式 (0.00407 $\mu\text{m}/\text{deg}^3$) の値はほぼ同等であった。

図形歪みは N_p が 10 ピッチ以下、 ω が 60° 以上で

図 8 最大ビームスポット径およびビームランディング誤差のリング電極長依存性

Dependence of maximum beam-spot diameter D_d and beam-landing error θ_e on ring electrode length L_m .

は、 ω が増加するほど増大する。また、 L_m が約 7 mm までは、 L_m が長くなるに従って減少し、さらに L_m が長くなると増大する。水平偏向電圧は ω が 60° 以上では、 ω が増加するほど減少する。また、 L_m が約 7 mm までは、 L_m が長くなるに従って減少し、さらに L_m が長くなると増加する。従来の UT 方式では最大図形歪み (走査領域 4 限での図形歪みの最大値) および水平偏向電圧はそれぞれ、0.74% (たる状)、124.3 V であるが、QT 方式では N_p を 8 ピッチ、 ω を 80°, L_m を 7 mm にすると、最大図形歪みを 0.49% (ピン状)、水平偏向電圧を 123.8 V に低減できることがわかった。

4. 2/3 インチ MS 型 HARP 撮像管の開発

2 章および 3 章で述べた検討結果をもとに、ハイビジョン用 2/3 インチ MS 型 HAPICON を試作した。

4.1 仕様

(1) 層流型電子銃

陽極での電子衝撃による熱発生の低減のため、凸型先端部面積 S_a を $1.54 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ 、凸部の高さ l_a を 70 μm とした凸型陽極構造の採用。

(2) MS 型集束偏向部

画面周辺部のビームのランディング特性および収差にもとづくビームの広がり改善するため、ひねり角 ω が 80° のひねりをデフレクトロンの管軸方向の中点よりターゲット側に加えた QT 方式、リング電極長 L_m を 7 mm としたリング電極の採用。

(3) HARP ターゲット

(a) 膜厚の決定条件 ハイビジョン用撮像管ではビームベンディング*1が解像度の決定に重要な影響を持つ¹⁷⁾。膜を薄くするほど、同一入射光量に対するターゲットのビーム走査側の面電位の上昇が少なくなり、ビームベンディングは減少する。しかし膜の蓄積容量の増加に伴い容量性残像が増える。このため、膜厚は残像を許容値(2.5%)以下にできる条件で必要最小限に薄くする。

一方、膜厚は感度および所要の印加電圧を左右する⁵⁾。サチコンの10倍以上の感度が確保でき、所要のターゲット電圧をできるだけ低くできる膜厚とする。

(b) 膜厚の決定 試作管に用いた層流型電子銃はビーム温度が約1700 Kと低いため、クロスオーバ型電子銃(ビーム温度約3500 K)に比べ容量性残像を低減できるので、膜を2 μm まで薄くしても残像が許容できることを確かめた。

膜厚2 μm のHARPターゲットに青色光を入射させたときの信号電流および暗電流のターゲット電圧依存性を図9に示す。約240 Vのターゲット電圧を印加することで、暗電流0.2 nA以下で、サチコンの10倍の感度が得られることがわかった。

以上の検討により膜厚を2 μm と決定した。

(c) 赤増感仕様 HARPターゲットを非晶質Seのみで構成すると、そのバンドギャップ2.0 eVに

図9 信号電流および暗電流のターゲット電圧依存性
Dependence of signal current and dark current on target voltage.

*1 ターゲット面の蓄積電荷の密度分布に起因するターゲット近傍での電子ビームの局所的な曲がり。

相当する波長620 nm以上の光に対して、ほとんど感度がなくなり、赤色系被写体の色再現が充分ではない。

そのため、非晶質Seの一部にTeを添加し、赤色光の感度を増した赤増感型HARPターゲットを開発し¹⁸⁾、カラーカメラの赤チャンネルに採用した。

写真2に試作管の外観を、表1に試作管の仕様一覧を示す。

4.2 特性評価結果

試作管の典型的な動作条件を表2に示す。特性評価に際しては、入射光に光学レンズのMTF(Modulation Transfer Function)が最も高い緑色光を用い、HARPターゲットの印加電圧はサチコンの10倍の感度が得られる約240 Vに設定した。以下に試作管で

写真2 試作管の外観
External view of experimental tube.

表1 試作管の仕様
Specifications for experimental tube.

項目	仕様
電子銃	層流型電子銃 (ビーム温度 1700 K)
: 陰極	Ba 含浸陰極
: 陽極	凸型(陰極側)構造
S_a	$1.54 \times 10^{-8} \text{ m}^2$
I_a	70 μA
ビーム制限孔直径	8.5 μm
集束偏向部	MS 型 (磁界集束・電界偏向型)
	QT 方式
: デフレクトロン長	72 mm
: パターンピッチ数	16
: ひねり角 ω	80°
: リング電極長 L_m	7 mm
: 集束磁界	最大 68.7 Gauss
ターゲット	HARP ターゲット
: 膜厚	2 μm
: 赤チャンネル用	赤増感型 HARP
: 緑・青チャンネル	従来型 HARP
管長	115 mm
管径	18 mm (外径)
重量	228 g (コイル込み)

表 2 試作管の動作条件
Operational conditions for experimental tube.

項目	動作条件
走査サイズ	9.4×5.7 mm
走査線数	1125 本
アスペクト比	5 : 3
インタレース比	2 : 1
ヒータ電圧	6.3 V
陰極電圧	0 V
陽極電圧	14 V (標準)
デフレクトロン電圧	550 V
水平偏向電圧	124 Vpp
メッシュ電圧	1000 V
ターゲット電圧	約 240 V
信号電流	0.3 μ App (標準)
ビーム電流 (信号電流換算)	0.6 μ A (標準)

図 10 中心解像度特性
Amplitude response at the picture center. (solid line: experimental HARP tube, broken line: conventional Saticon tube)

得られた特性を、ハイビジョン用 2/3 インチ MS 型サチコン¹⁹⁾(以下、従来管と呼称)の特性と対比して述べる。

図 10 にハイビジョン用 ITE AR チャート(表)を用いたときの画面中心部での AR(以下に示す AR 値はすべて光学レンズによる劣化を含む)を示す。試作管の中心 AR は従来管とほぼ等しく、800 TV 本の AR (以下、AR₈₀₀ と略称)は 29 % (従来管は 30 %)であった。

図 11 には画面 4 隅の AR₈₀₀ を示す。4 隅の AR₈₀₀ の平均値は、従来管の 7.5 % に比べ QT 方式を採用した試作管は 17.5 % と高く、一様性も良好であった。

また試作管では、信号電流を一定とする条件で、ターゲット電圧を変えた場合の感度の増減に伴う AR の変化はほとんど認められなかった。

図 12 にセルフシャープニング効果²⁰⁾等を含む実効

(モニタ画面上での位置)

テストチャート: ITE AR チャート(表)

図 11 周辺解像度特性

Amplitude response at 800 TV lines at the picture corners.

(モニタ画面上での位置)

H: 水平走査サイズ
V: 垂直走査サイズ
テストチャート: ハイビジョン用 P300 チャート
(アスペクト比 4:3)

図 12 実効ビームスポット形状

Effective beam-spot cross-section.

的なビームスポット形状の測定結果を示す。ハイビジョン用 P 300 テストチャート^{*2}を用い、ビームの電流密度が径方向に Gauss 分布していると仮定して、ビーム径(3 σ 径, σ は Gauss 分布の標準偏差)を求めた²¹⁾。実効的なビームスポット形状は画面中心部では従来管とほぼ等しかったが、周辺 4 隅では試作管のビームスポットの平均長径は、従来管の約 75 % に減少していることを確かめた。解析で明らかにしたように、QT 方式は偏向に伴う収差の改善に優れている。すなわち、QT 方式と UT 方式では、中心解像度を決定す

*2 RCA-P 300 テストチャートに準拠し、テストチャートの線の密度を上げたもの。

る結像倍率と最小錯乱円径はほぼ等しく、周辺解像度に影響をおよぼす偏向ビームスポット径はQT方式の方が小さい。

測定結果は、この解析結果を少なくとも定性的に裏付けている。

残像は試作管、従来管とも等しく、パイアスライトなしの状態では約2% (第3フィールド)であった。これは容量性残像の理論値(約1.9%)にほぼ等しい。

試作管の最大ビーム電流(信号電流換算)は $1.2\mu\text{A}$ 以上、図形ひずみは0.3%以下であった。試作管では凸型陽極の採用により、ターゲット部の温度を従来より約 2°C 下げることができたため、ターゲットの結晶化の防止に、より裕度を持たせることができた。また、QT方式の採用により、ランディング誤差を小さくできたため、シェーディングは感度10倍の動作でも実用上、問題のないレベルであった。

写真3に、被写体照度200 lx、光学レンズの絞りを

(a)

(b)

写真3 試作管およびサチコンを適用したハイビジョンハンディカメラでの撮像例(被写体照度200 lx、光学レンズの絞りF2.8)

Monitor pictures taken with Hi-Vision hand-held cameras using

(a) experimental HARP tubes, (b) conventional Saticon tubes. (illumination: 200 lux, iris setting: F2.8)

F2.8の条件下で、試作管および従来管を適用したハンディカメラを用いて得られたハイビジョン画像の撮像例を示す。試作管を適用したハンディカメラでは、従来のハイビジョンハンディカメラ²²⁾の標準撮像時(2000 lx, F2.8)とほぼ同等な画像が得られた。

5. む す び

実用的なハイビジョンハンディカメラを実現するため、小型で高感度な撮像管の開発を試みた。

まず、HARPターゲットの安定動作に必要な新しい層流型電子銃およびMS型集束偏向部を提案し、測定実験および電子軌道の数値解析により、以下の設計指針を明らかにした。

- (1) 層流型電子銃の陰極に対向する陽極面を凸型にすることで、電子衝撃による陽極での熱発生を低減できる。
- (2) デフレクトロンに管軸方向の midpoint 付近からひねりを加え、適度な長さのリング電極を付加することで、画面周辺部でのビームのランディング特性および収差にもとづくビームの広がりを改善できる。

この設計指針をもとに、ハイビジョン用2/3インチMS型HARPICONを試作評価した結果、膜厚 $2\mu\text{m}$ のHARPターゲットに約240 Vの電圧を印加することで、サチコンの10倍の感度が得られた。また、新しい層流型電子銃では陽極損失を従来型の約50%に低減でき、800 TV本のAR(ITE ARチャート、表)は画面中心部で29%、周辺4限平均で17.5% (従来型は中心30%、周辺平均7.5%)、第3フィールド残像約2%、図形歪みやシェーディングも実用上問題のないレベルで、画面内の画質の一様性に優れた特性が実現できた。

この試作管を適用したハイビジョンハンディカメラでは、被写体照度200 lx、光学レンズの絞りF2.8で、従来のサチコンを用いたハイビジョンカメラの標準撮像時(2000 lx, F2.8)とほぼ同等な画像が得られ、ソウル・オリンピックなどの番組制作に使用された。

最後に、本研究の機会を与えて頂いた、NHKの杉本放送技術研究所所長、石田次長、河村映像デバイス部長に、ご指導とご助力を賜った設楽主任研究員、熊田主任研究員ならびに宮田研究員、岡野研究員をはじめとする皆様に感謝致します。また、HARPターゲットの製作およびデフレクトロンの加工にご協力頂いた日立製作所茂原工場の矢崎部長、酒井課長、シチズン時計株式会社の河野辺室長をはじめとする皆様に感

謝致します。

〔参 考 文 献〕

- 1) M. Kurashige, S. Okazaki, and C. Ogusu: "A Magnetic Focus Electrostatic Deflection Compact Camera Tube", Advances in Electronics and Electron Physics, **64B**, pp. 415-424, Academic Press (June 1985)
- 2) 倉重, 山崎, 岡崎, 小楠: "高品位テレビ用1インチ短縮MS型(磁界集束・電界偏向型)サチコン", テレビ誌, **39**, 9, pp. 813-821 (Sep. 1985)
- 3) M. Kurashige, N. Egami, S. Okazaki, F. Okano, and J. Kumada: "2/3-Inch MS (Magnetic-Focus Electrostatic-Deflection) Type Saticon for HDTV Hand-held Color Camera", IEEE Trans. Consum. Electron., **CE-33**, 1, pp. 39-46 (Feb. 1987)
- 4) K. Tanioka, J. Yamazaki, K. Shidara, K. Taketoshi, T. Kawamura, S. Ishioka, and Y. Takasaki: "An Avalanche-Mode Amorphous Selenium Photoconductive Layer for Use as a Camera Tube Target", IEEE Electron Device Letters, **EDL-8**, 9, pp. 392-394 (Sep. 1987)
- 5) K. Tanioka, J. Yamazaki, K. Shidara, K. Taketoshi, T. Kawamura, T. Hirai, and Y. Takasaki: "Avalanche-mode Amorphous Selenium Photoconductive Target for Camera Tube", Advances in Electronics and Electron Physics, **74**, pp. 379-387, Academic Press (1988)
- 6) M. Kurashige, N. Egami, K. Tanioka, and K. Shidara: "Super-Sensitive HDTV Camera Tube with the Newly Developed HARP Target", SMPTE J., **97**, 7, pp. 538-545 (July 1988)
- 7) 谷岡, 山崎, 設楽, 竹蔵, 河村, 平井, 石岡, 野中: "光導電型ターゲットの高感度化", テレビ学技報, ED87-1 (Jan. 1987)
- 8) 小楠: "ダイオードガン方式撮像管", テレビ誌, **34**, 8, pp. 726-730 (Aug. 1980)
- 9) Y. Isozaki, J. Kumada, S. Okude, C. Ogusu, and N. Goto: "1-Inch Saticon for High Definition Color Television Cameras", IEEE Trans., **ED-28**, 12, pp. 1500-1507 (Dec. 1981)
- 10) I. Langmuir: "The Effect of Space Charge and Initial Velocities on the Potential Distribution and Thermionic Current between Parallel Plane Electrodes", Physical Rev., **21**, pp. 419-435 (1923)
- 11) 日本機械学会編: "機械工学便覧", pp. (B2)152-153, 丸善 (1987)
- 12) K. Schlesinger: "A Mixed-field Type of Vidicon", IEEE Trans., **ED-14**, 3, pp. 163-170 (Mar. 1967)
- 13) 倉重, 山崎, 柴田: "MS型(磁界集束・電界偏向型)撮像管における電子光学特性の近似解析", 信学技報, ED84-19 (June 1984)
- 14) 松田, 加藤, 江幡, 丸山, 倉重: "2/3インチ低電力QTM-Sサチコン®の開発", テレビ全大, 2-9 (1986)
- 15) 奥, 福島: "多重極場展開法による静電偏向撮像管の解析", 信学誌, **J-70C**, 1, pp. 49-58 (Jan. 1987)
- 16) 奥, 福島, 岡村: "ツイスト型パターンヨークを用いた静電偏向撮像管", テレビ誌, **42**, 2, pp. 154-161 (Feb. 1988)
- 17) 江上, 倉重: "ハイビジョン用撮像管における解像度の決定要因", 信学技報, EID87-9 (June 1987)
- 18) 谷岡, 山崎, 鈴木, 昼間, 設楽, 高崎, 辻, 平井: "赤色光増感型HARP撮像管", テレビ学技報, ED88-67 (Nov. 1988)
- 19) 江上, 滝沢, 岡崎, 池田, 倉重, 岡野, 熊田: "ハイビジョン用2/3インチ超高解像度MS型サチコン", テレビ全大, 2-13 (1986)
- 20) M. Kurashige: "Effect of Self-Sharpening in Low Velocity Electron-beam Scanning", IEEE Trans., **ED-29**, 10, pp. 1570-1579 (Oct. 1982)
- 21) L. D. Miller: "A New Method of Specifying the Resolving Power of Television Camera Tube Using the RCA P-300 Test Chart", SMPTE J., **89**, 4, pp. 249-256 (Apr. 1980)
- 22) 岡野, 熊田: "高品位ハンディカメラ", テレビ全大, 11-2 (1984)

えがみ のりふみ
江上 典文 昭和55年, 九州工業大学工学研究科(電気工学専攻)修了。同年, NHKに入局。徳島放送局を経て, 58年より, 同放送技術研究所に勤務。撮像管(主にハイビジョン用)の電子光学系の研究に従事。正会員。

やまざし としお
山岸 敏郎 昭和59年, 東京農工大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年, NHKに入局。松江放送局を経て, 62年より, 同放送技術研究所に勤務。撮像管(主にハイビジョン用)の電子光学系の研究に従事。正会員。

おかざき さぶろう
岡崎 三郎 昭和45年, 工学院大学機械工学科卒業。41年, NHKに入局。放送技術研究所に勤務し, 現在に至る。撮像管の製作, 研究開発に従事。正会員。

たにおか けんきち
谷岡 健吉 昭和41年, 高知工業高等学校電気科卒業。同年, NHKに入局。高知放送局を経て, 51年より, 同放送技術研究所に勤務し現在に至る。高感度光導電ターゲットの研究に従事。正会員。

くらしげ みつひろ
倉重 光宏 昭和40年, 九州大学工学部通信工学科卒業。同年, NHKに入局。技術現業局整備部を経て, 43年より, 同放送技術研究所に移り, 現在に至る。撮像管デバイス, 特に高性能電子光学系の研究開発に従事。工学博士。正会員。

おく けんたろう
奥 健太郎 昭和54年, 大阪大学大学院物理学専攻修士課程修了。同年, 日立電子(株)に入社。60年, (株)日立製作所中央研究所に転属し, 平成2年, 同社工場に移り, 現在に至る。画像用電子管の電子ビーム系の研究に従事。工学博士。正会員。

えはた しげる
江幡 茂 昭和46年, 東北大学大学院理学修士課程修了。同年, (株)日立製作所に入社。茂原工場に勤務し, 撮像管の設計に従事。平成元年に同社電子管事業部に移り, 現在に至る。正会員。

ハイビジョン用 2/3 インチ MS (磁界集束・電界偏向) 型 HARPICON

江上典文, 山岸敏郎, 岡崎三郎, 谷岡健吉, 倉重光宏, 奥健太郎, 江幡 茂

高感度なハイビジョン用撮像管の開発を目的として, まず, HARP (High-gain Avalanche Rushing amorphous Potoconductor) ターゲットの安定動作に必要な, 電子衝撃による陽極での熱発生を低減できる層流型電子銃とランディング誤差が少なく解像度の一様性の良い新しい MS (磁界集束・電界偏向) 型集束偏向部を提案し, 数値解析および測定実験により, ①陰極に面した部分を凸型とした陽極, ②管軸方向の途中からひねりを加えたデフレクトロンと適度な長さのリング電極, の採用が効果的なことを見出し, その最適設計条件を明らかにした。次に, この指針をもとに 2/3 インチ MS 型 HARPICON の試作および評価を行った結果, 感度がサチコンの 10 倍, 陽極損失が従来の約 1/2, ITE・AR チャート (表) 800 TV 本の AR (Amplitude Response) が画面中心で 29%, 画面周辺平均で 17.5% と高感度で高解像度な撮像管が実現できた。

テレビジョン学会誌 Vol.44, No.11, pp.1561~1569 (1990)

PicPEn——実時間映像信号処理装置 Picot のためのプログラミング環境

マックス・オット, 榎並和雅, 羽鳥光俊, 福井一夫, 八木伸行, 相澤清晴

マルチプロセッサシステムを実用していくには, 多数あるプロセッサのプログラムを効率よく開発できる道具が必要不可欠である。筆者らは, こうしたシステムのために, グラフィックス形式での入力可能なプログラミング環境—PicPEn—を開発した。この環境のもとでは, ユーザはあたかもノートに書くように, コンピュータのスクリーン上にシグナルフローグラフを描くだけで, 容易に Picot システム (実時間映像信号処理用マルチプロセッサシステム) で実行可能な形に変換し, 実行させることができる。PicPEn は, マンマシンインタフェースの優れたグラフィックエディタおよび, シグナルフローの複数プロセッサへの割り当てや, 処理フローの経路の違いからくる遅延差の補正などを自動的にを行いながら, オブジェクトコードを生成するコンパイラを中心に構成されている。

テレビジョン学会誌 Vol.44, No.11, pp.1570~1578 (1990)

MUSE 信号に対する伝送路の許容周波数特性の検討

岩館祐一

現在, MUSE 方式を用いたハイビジョンの実験放送が行われているが, 本格的な実用化を前に MUSE 信号に対する伝送路の許容周波数特性を明らかにすることが求められている。伝送歪みと画質の関係は必ずしも 1 対 1 ではなく, 同じ画質を与える歪み波形は無数に存在する。したがって, 許容特性を求めるに当たっては, 歪みと画質の関係を整理した上で, 主観評価実験を行う必要がある。本論文では, 伝送歪みがデコーダでサンプリングされることにより, 離散的な歪みになることに着目し, これをエコーの集合として扱う。その上で, 各エコーによる画質劣化度がロジスティック関数で表わされることを示す。また, 複数のエコーによる画質劣化の主観評価値がこれらのロジスティック関数の合成式で表せることを実験的に示す。さらに, 許容周波数特性を求める際には, エコーがリップル状の偏差を持つ周波数特性により生じることから, 一般的な周波数特性を周期の異なるリップル特性の合成として考えた上で, ロジスティック関数の合成式を用いて求めるている。

テレビジョン学会誌 Vol.44, No.11, pp.1579~1587 (1990)